

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/088410 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01P 5/02**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE03/00950**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. März 2003 (21.03.2003)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
102 17 387.7 18. April 2002 (18.04.2002) **DE**

(71) Anmelder: **EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53,  
81669 München (DE).**

(72) Erfinder: **PRZADKA, Andreas; Togostr. 17, 81827  
München (DE).**

(74) **Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER; Patentan-  
walts-gesellschaft mbH, Ridlerstrasse 55, 80339 München  
(DE).**

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): **JP, KR.**

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

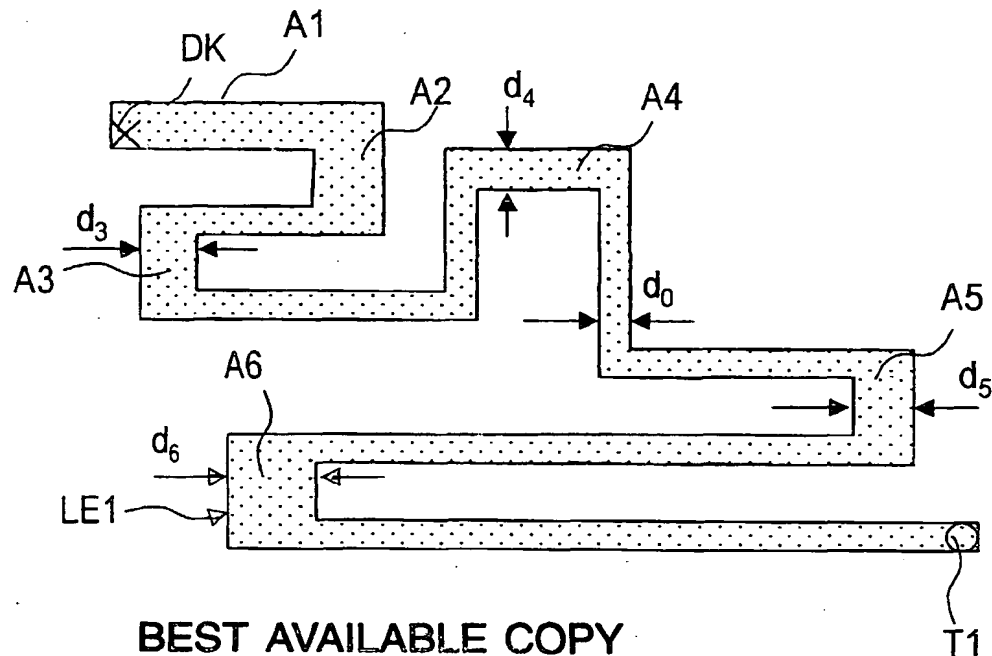
**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title: ELECTRIC FOUR-WIRE NETWORK WITH A TRANSFORMATION LINE**

(54) **Bezeichnung: ELEKTRISCHES ANPASSUNGSNETZWERK MIT EINER TRANSFORMATIONSLEITUNG**



**BEST AVAILABLE COPY**

(57) **Abstract:** A network is provided comprising a transformation line in order to electrically adapt an electric component which is embodied in or on a preferably ceramic substrate. Said component has a predetermined electrical length for obtaining a desired phase displacement and comprises a folded electrical conductor (LE), whereby the straight sections thereof (A) are connected together in a right-angled manner and the widths of individual conductor sections are selected differently for the compensation of couplings.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**WO 03/088410 A1**

**BEST AVAILABLE COPY**



**(57) Zusammenfassung:** Zur elektrischen Anpassung eines elektrischen Bauelements ist ein Netzwerk mit einer Transformationsleitung angegeben, die in oder auf einem vorzugsweise keramischen Substrat ausgebildet ist. Sie weist eine vorgegebene elektrische Länge zur Erzielung einer gewünschten Phasenschiebung auf und umfaßt einen gefalteten elektrischen Leiter (LE), dessen gerade Abschnitte (A) rechtwinklig miteinander verbunden sind und wobei die Breiten (d) einzelner Leiterabschnitte zur Kompensation von Kopplungen unterschiedlich gewählt sind.

## Beschreibung

Elektrisches Anpassungsnetzwerk mit einer Transformationsleitung

5

Elektrische Bauelemente benötigen zu ihrer Anpassung an ihre Schaltungsumgebung häufig ein elektrisches Anpassungsnetzwerk. Ein solches kann Induktivitäten, Kapazitäten und Transformationsleitungen umfassen und dient im wesentlichen dazu, die Impedanz eines Bauelements der äußeren Umgebung anzupassen. Häufig werden solche Anpassungsnetzwerke als passiv integrierte Netzwerke ausgeführt, bei dem die das Netzwerk bildenden diskreten Elemente zusammen in einem Substrat integriert sind, welches vorzugsweise das Trägersubstrat für das Bauelement bildet. Möglich ist es sogar, ein keramisches Bauelement in einer Keramik auszubilden, in deren keramischen Körper oder auf dessen keramischen Körper die Anpaßelemente aufgebracht und mit dem Bauelement integriert sind.

Elektrische Transformationsleitungen als Bestandteile von Anpassungsnetzwerken werden häufig in einem mehrlagigen Keramiksubstrat realisiert, in dem wie angeführt noch weitere Elemente integriert sein können. Transformationsleitungen werden beispielsweise in Front-End-Modulen für Endgeräte der mobilen Kommunikation eingesetzt, wo sie als Bestandteil von Pin-Diodenschaltern zum Einsatz kommen können und zum Beispiel eine Phasenschiebung von ca.  $90^\circ$  erreichen müssen. Weiterhin soll eine solche Transformationsleitung eine möglichst gute Anpassung unter den vorgegebenen Quell- und Lastimpedanzen aufweisen. Eine weitere beispielhafte angeführte Verwendung kann eine Transformationsleitung in einem Duplexer finden, welcher, ebenfalls in einem Endgerät der mobilen Kommunikation eingesetzt, die Antenne sowohl mit dem Sende- als auch dem Empfangspfad des Endgeräts verbindet.

35

Eine weitere Anforderung an Transformationsleitungen, insbesondere in Endgeräten der mobilen Kommunikation, ist ein mög-

lichst geringer Flächen- und Raumbedarf. Bei einem Front-End-Modul sind beispielsweise die Außenabmessungen wesentlich geringer als der Bruchteil der Wellenlänge im Keramiksubstrat, um welche die Phasenschiebung erfolgen soll. Da die Phasenschiebung nur mit einem Leiter erfolgen kann, der eine gewisse geometrische Länge aufweist, sind heute verwendete Transformationsleitungen aufgefaltet und teilweise mehrlagig ausgeführt. Sowohl durch Faltung als auch durch die mehrlagige Ausführung, die zu Überlappungen von Leiterabschnitten führt, ergeben sich kapazitive und induktive Verkoppelungen zwischen verschiedenen Abschnitten der Leitung. Dies führt zu einer Änderung der Anpassung und zu einer zusätzlichen Phasenschiebung gegenüber einer idealen Leitung der gleichen geometrischen Länge, die einlagig und ungefaltet ausgeführt ist. Darüber hinaus kann die zur Verfügung stehende Fläche sowie die Position der Anschlußpunkte, an denen die Transformationsleitung mit dem Bauelement oder dem weiteren Anpassungsnetzwerk verbunden ist, nicht beliebig ausgewählt werden, da sie von den übrigen Komponenten der zu integrierenden Schaltungsteile abhängen.

Eine beispielhafte Ausführung einer Transformationsleitung ist eine sogenannte Tri-Plate-Leitung, bei der ein beispielsweise gefalteter Leiter zwischen zwei abschirmenden Masselagen, also zwischen zwei metallisierten Ebenen geführt wird und von diesen durch je eine keramische Schicht getrennt ist. Der Abstand zur oberen und unteren abschirmenden Masseebene beeinflusst die charakteristische Impedanz und wird daher entsprechend gewählt. Technologiebedingt und durch die Notwendigkeit der Integration mit weiteren Elementen in dem gemeinsamen Substrat lassen sich die Dicken der Keramiklagen jedoch nicht beliebig wählen, sondern müssen aus einer begrenzten Anzahl verfügbarer und geeigneter Lagendicken ausgewählt werden, so daß so eine optimale Anpassung nicht möglich ist.

In einer platzsparenden bekannten Transmissionsleitung ist der Leiter beispielsweise mäandriert und zweilagig ausgeführt. Dabei wird eine symmetrische Anordnung der beiden Ebenen, in denen der Leiter verläuft, gewählt, so daß die charakteristische Impedanz der Leitung in den beiden Leiterebenen gleich ist und der Impedanz von Quelle und Last entspricht. Die Verkopplung zwischen den einzelnen Abschnitten des Leiters wird dadurch minimiert, indem parallel liegende Abschnitte des Leiters einen genügenden Abstand voneinander haben, der in der Regel größer ist als die Breite des Leiters. Die Verkopplung zwischen Leiterabschnitten in unterschiedlichen Leiterebenen wird dadurch reduziert, indem entweder übereinanderliegende Abschnitte in beiden Lagen rechtwinklig zueinander angeordnet sind oder indem Leiterabschnitte der einen Leiterebene zwischen die Projektion der Leiterabschnitte der anderen Ebene gelegt werden. Zur Erhöhung der Phasendrehung der Transmissionsleitung kann die geometrische Länge des Leiters vergrößert werden. Dies ist bei begrenzter Fläche nur möglich, indem die einzelnen Abschnitte des Leiters näher aneinandergerückt werden. Dadurch steigt jedoch die Verkopplung der Leitungsteile untereinander, wobei die Anpassung zwischen Quelle und Last verschlechtert wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Netzwerk mit einer Transformationsleitung anzugeben, welches auch für weiter miniaturisierte Bauelemente geeignet ist und mit der eine gewünschte Anpassung von beispielsweise besser als 10 dB erreicht wird.

Diese Aufgabe wird durch ein Netzwerk mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus weiteren Ansprüchen hervor.

Die Erfindung gibt ein Netzwerk an, welches eine in oder auf einem Substrat ausgebildete Transformationsleitung einer vorgegebenen elektrischen Länge aufweist. Zur besseren Ausnutzung der für die Transformationsleitung zur Verfügung stehen-

den Fläche ist der Leiter gefaltet, wobei die Abschnitte geradlinig ausgebildet sind und rechtwinklig miteinander verbunden sind. Die sich daraus ergebende an sich nachteilige Verkopplung benachbarter Abschnitte des Leiters wird erfindungsgemäß dadurch berücksichtigt, daß die Breite des Leiters in den Abschnitten unterschiedlich ausgebildet ist. Die Erfinder haben erkannt, daß sich durch gezielte Veränderung in der Breite einzelner Leiterabschnitte die Verkopplung beeinflussen läßt, so daß durch geeignete Wahl der Leiterbreite in einzelnen Abschnitten die gewünschte Anpassung erzielt werden kann. Werden beispielsweise zwei Leiterabschnitte betrachtet, die miteinander kapazitiv und induktiv koppeln, so kann beispielsweise die induktive Verkopplung dadurch vermindert werden, indem in einem der beiden Leiterabschnitte die Leiterbreite erhöht wird. Durch Erhöhung der Leiterbreite in einem Abschnitt kann darüber hinaus die parasitäre und an sich störende kapazitive Verkopplung zu benachbarten Leiterabschnitten erhöht werden. So kann bereits durch Variation der Leiterbreite eines einzelnen Leiterabschnitts die elektrische Anpassung der Transmissionsleitung verbessert werden. Durch geeignete und voneinander unabhängige Auswahl der Breiten aller Leiterabschnitte kann die Anpassung optimiert werden und exakt auf einen gewünschten Wert eingestellt werden. Herkömmliche Schaltungsumgebungen können beispielsweise eine Anpassung an 50  $\Omega$  erfordern.

Die Erfindung ermöglicht es in einfacher Weise, die elektrische Anpassung der Transformationsleitung und damit insgesamt das Netzwerk zur Anpassung des elektrischen Bauelements exakt auf die gewünschten Werte zu optimieren, ohne daß dies zu einem erhöhten Flächenbedarf der Transformationsleitung führt. Im Gegenteil werden mit der Erfindung auch Anordnungen möglich, die bei bekannten Transmissionsleitungen zu unerlaubt hohen Verkopplungen und damit zu schlechter Anpassung geführt haben, die nun jedoch erfindungsgemäß ausgeglichen werden. Dies erlaubt eine weitere Reduzierung des Flächenbedarfs der Transmissionsleitung sowie alternativ oder zusätzlich eine

geometrische Form der Transmissionsleitung, die bisher nicht ohne weitere Nachteile zu realisieren war. So kann eine auf dem Substrat zur Verfügung stehende Fläche mit der Erfindung besser ausgenutzt werden. Ein erhöhter Flächenbedarf der Erfindung wird allein dadurch ausgeschlossen, daß sich mit der Erfindung die geometrische und damit in der Regel auch die elektrische Länge des Leiters, die maßgeblich für das Ausmaß der Phasenschiebung verantwortlich ist, nicht wesentlich ändert.

10

Unter Abschnitt des Leiters wird ein beliebiges Teilstück des Leiters mit einer gegebenen Länge verstanden. In der Regel und sowohl für die Berechnung als auch für die Konstruktion der Transmissionsleitung einfacher ist es, Abschnitte zwischen zwei Eckpunkten der gefalteten Leitung zu definieren.

15

Wie bereits die herkömmliche Transmissionsleitung kann auch die erfindungsgemäße Transmissionsleitung mit einem in zwei Leiterebenen gefalteten Leiter ausgeführt werden. Die beiden Leiterebenen sind durch einen Isolator, vorzugsweise eine keramische Schicht, voneinander getrennt. Eine weitere isolierende Schicht, insbesondere eine weitere keramische Schicht, trennt die Leiterebenen von der mit Masse verbundenen abschirmenden Ebene.

25

Die Transmissionsleitung kann auch als Tri-Plate-Leitung ausgeführt sein, bei der die Leiterebenen zwischen zwei Masseebenen angeordnet sind. Mit der Erfindung ist es möglich, die Isolationsschicht, die die beiden Leiterebenen trennt, dünner auszuführen als bei bekannten Transformationsleitungen. Die sich daraus ergebenden störenden Verkopplungen können mit der Erfindung kompensiert werden. Die beiden in unterschiedlichen Leiterebenen verlaufenden Teile des Leiters werden durch Durchkontaktierungen miteinander verbunden.

35

In den beiden Leiterebenen werden die Abschnitte so geführt, daß keine parallelen Abschnitte in den beiden Leiterebenen

übereinander zu liegen kommen. Zueinander parallele Abschnitte sind zumindest um eine Mindestlänge in den beiden Ebenen gegeneinander versetzt. Kreuzungen zwischen Abschnitten in unterschiedlichen Leiterebenen erfolgen vorzugsweise entfernt von den Abschnittsenden und vorzugsweise in der Mitte der Leiterabschnitte. Bei der Variation der Breite der Leiter in einzelnen Abschnitten werden vorteilhafterweise Randbedingungen eingehalten. So sollten insbesondere die Breiten der Leiterabschnitte ebenso wie die Abstände zueinander paralleler Leiterabschnitte einen meist technologisch bedingten Mindestwert aufweisen, der beispielsweise bei 100  $\mu\text{m}$  gewählt wird. Diese Mindestabstände und Mindestbreiten sind jedoch nicht Gegenstand der Erfindung, sondern werden lediglich als Randbedingungen beim Optimierungsverfahren berücksichtigt und schlagen sich dementsprechend in der genauen Ausgestaltung der Transformationsleitung nieder. Es können auch andere Randbedingungen und Mindestwerte eingehalten werden.

Die geometrische Länge des Leiters der Transformationsleitung wird so gewählt, daß ihre elektrische Länge einer  $\lambda/4$ -Leitung entspricht. Eine  $\lambda/4$ -Leitung wird in vielen Fällen dort benötigt, wo der Schaltungszustand von "SHORT" nach "OPEN" verändert werden muß. Die Transformationsleitung eines erfindungsgemäßen Netzwerks kann jedoch eine von  $\lambda/4$  abweichende Phasenschiebung bewirken.

Eine bevorzugte Impedanzanpassung liegt bei 50  $\Omega$ , da dieser Wert von vielen Schaltungsumgebungen gefordert ist. Möglich ist es jedoch auch, die Transformationsleitung und damit das Netzwerk an andere, von 50  $\Omega$  abweichende Schaltungsumgebungen anzupassen. Die Impedanzanpassung kann in einer Tri-Plate-Leitung durch Variation der Abstände der abschirmenden Ebenen zu den Leiterebenen erfolgen. Möglich ist es jedoch auch, insbesondere wenn die zur Verfügung stehenden Schichtdicken in einem vorgegebenen Substrat zur Einstellung einer gewünschten Impedanz nicht ausreichend sind, eine zusätzliche



separate Impedanztransformation durchzuführen und ein entsprechendes Element im Netzwerk vorzusehen.

Das erfindungsgemäße Netzwerk ist vorzugsweise in einer mehr-  
5 lagigen Keramik integriert, beispielsweise einer LTTC-Keramik, die beispielsweise auf einen minimalen Shrink optimiert ist. Eine solche Low-Shrink-Keramik in LTTC-Ausführung (= low temperature cofired ceramic) erlaubt eine hohe Integration von Netzwerkelementen und gegebenenfalls zusätzlich  
10 die Integration der eigentlichen Bauelemente in die Keramik, da mit dieser Technik eine hochwertige Keramik und verlustarme metallische Leiter bei gleichzeitig exakt reproduzierbarer Bauelementgeometrie bzw. Netzwerkgeometrie erhalten werden können. Üblicherweise ist das Substrat des Netzwerks jedoch  
15 das Trägersubstrat für das Bauelement, auf dem dieses befestigt und mit dem das Bauelement kontaktiert ist, beispielsweise in einem Schritt mittels eines SMD-Prozesses. Ist das Bauelement ein mit akustischen Wellen arbeitendes Bauelement, so kann beispielsweise eine Flip-Chip-Anordnung gewählt sein.

20 Das Substrat für das Netzwerk, welches ein integriertes Netzwerk sein kann, kann gleichzeitig das Substrat für ein Modul darstellen, in dem mehrere Bauelemente und das dazugehörige Netzwerk integriert sind.

25 Im Folgenden wird die Erfindung sowie ein Verfahren zur Optimierung eines erfindungsgemäßen Netzwerks anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

30 Figur 1 zeigt in schematischer Draufsicht einen in zwei Ebenen gefalteten Leiter einer bekannten Transmissionsleitung,

35 Figur 2 zeigt eine als Tri-Plate-Leitung ausgebildete Transmissionsleitung im schematischen Querschnitt,

Figur 3 zeigt ein Smith-Diagramm einer bekannten Transmissionsleitung,

Figur 4 zeigt den Leiter einer erfindungsgemäßen Transmissionsleitung in schematischer Draufsicht,

Figur 5 zeigt das Smith-Diagramm der erfindungsgemäßen Transmissionsleitung.

10 Eine bekannte Transmissionsleitung soll anhand der Figuren 1 und 2 näher erläutert werden. Die Figuren dienen dabei nur der Erläuterung und sind nicht maßstabsgetreu. Die bekannte Tri-Plate-Anordnung besteht aus einer ersten und einer zweiten Leiterebene LE1, LE2, die durch eine keramische Zwischenlage voneinander getrennt sind. Oberhalb und unterhalb der  
15 ersten und zweiten Leiterebene ist ebenfalls durch eine keramische Zwischenlage getrennt je eine mit Masse verbundene abschirmende Ebene ME1, ME2 angeordnet, beispielsweise eine Metallisierungsebene (siehe Figur 2). Die Leiterebenen und die  
20 abschirmenden Ebenen sind vorzugsweise symmetrisch zueinander angeordnet, so daß die Abstände der abschirmenden Ebenen ME von der benachbarten Leiterebene LE einheitlich gleich  $d_E$  ist. Der Abstand  $d_E$  kann sich vom Abstand  $d_L$  der beiden Leiterebenen LE1, LE2 unterscheiden. In einer bekannten Transmissionsleitung ist beispielsweise  $d_E = 125 \mu\text{m}$ , während  $d_L =$   
25  $95 \mu\text{m}$  ist. Figur 1 zeigt die Faltung des Leiters LE1 in der ersten Leiterebene und gestrichelt dargestellt die Projektion des gefalteten Leiters LE2 in der zweiten Leiterebene. Der Leiter besteht aus geradlinigen Abschnitten, die rechtwinklig  
30 zusammengefügt sind. Die Abschnitte sind in den beiden Leiterebenen LE1 und LE2 so zueinander angeordnet, daß zueinander parallele geradlinige Leiterabschnitte nicht übereinander zu liegen kommen. Über die Durchkontaktierung DK sind die beiden Teile LE1, LE2 des Gesamtleiters in den beiden Ebenen  
35 miteinander verbunden. An den beiden Anschlußpunkten T1 und T2 wird der Leiter bzw. die Transmissionsleitung mit einer äußeren Schaltungsumgebung, beispielsweise dem Netzwerk oder

einem Bauelement, verbunden. Der Leiter weist eine einheitliche Breite  $d_0$  auf.

Figur 3 zeigt die aus dieser bekannten Transmissionsleitung berechnete Anpassung dargestellt im Smith-Diagramm. Die Anpassung der bekannten Transmissionsleitung liegt deutlich schlechter als 15 dB, die Impedanzanpassung bei ca.  $35 \Omega$ .

Erfindungsgemäß wird nun die Breite einzelner Leiterabschnitte einer oder beider Leiterebenen LE1, LE2 variiert und insbesondere erhöht. Dadurch wird die Verkopplung der entsprechenden Leiterabschnitte A1 bis A6 mit benachbarten Leiterabschnitten derselben Leiterebene oder der darunterliegenden, in Figur 4 nicht dargestellten Leiterebene LE2 reduziert bzw. im Charakter verändert. Durch Verbreiterung eines Leiterabschnitts A kann beispielsweise die induktive Verkopplung reduziert, die kapazitive dagegen erhöht werden. Nur beispielhaft sind die Breiten der Leiterbahnenabschnitte  $d_3$ ,  $d_4$ ,  $d_5$  und  $d_6$  für die entsprechenden Leiterabschnitte A3, A4, A5 und A6 angegeben. Mit  $d_0$  ist eine virtuelle "ursprüngliche" Breite des Leiters angegeben. Eine optimale Anpassung des Leiters ergibt im Normalfall, daß die Breiten  $d_x$  aller variierten Leiterabschnitte  $A_x$  voneinander unterschiedliche Werte annehmen. Möglich ist es jedoch auch, daß einzelne Leiterabschnitte gleich breit sind. Dies betrifft insbesondere die gegenüber der ursprünglichen Struktur unveränderten Leiterabschnitte. In der Figur 4 ist nur die Leiterebene LE1 dargestellt, die darunterliegende zweite Leiterebene LE2 kann und wird entsprechend verändert, so daß auch dort unterschiedlich breite Leiterabschnitte vorliegen.

Figur 5 zeigt das zu der in der Figur 4 dargestellten Transmissionsleitung gehörige Smith-Diagramm. Durch Vergleich mit Figur 3 zeigt sich, daß die elektrische Anpassung der erfindungsgemäßen Transmissionsleitung wesentlich verbessert ist. Sie liegt nahe bei  $50 \Omega$  und besitzt eine Phasenschiebung von beispielsweise exakt  $\lambda/4$ . Das Ausmaß der Phasenschiebung kann

jedoch durch Erhöhung oder Erniedrigung der geometrischen und damit auch der elektrischen Länge des Leiters in einer oder beiden der Ebenen entsprechend variiert werden. So ist auch eine Phasenschiebung um von  $\lambda/4$  abweichende Werte möglich.

5

Beim Optimierungsverfahren zur Anpassung der erfindungsgemäßen Transmissionsleitung kann wie folgt vorgegangen werden. Es wird von einem Leiter mit Abschnitten einheitlicher Breite ausgegangen und dessen elektrische Kennwerte berechnet oder  
10 simuliert. Anschließend wird die Breite eines Abschnitts variiert und die elektrischen Kennwerte erneut berechnet. Den damit erzielten Effekt (= Verschiebung der Anpassung im Smithdiagramm als Vektor) wird als Anpassungsmaßnahme für den variierten Abschnitt abgespeichert. Anschließend wird ausge-  
15 hend von der Startstruktur ein weiterer Abschnitt in der Breite variiert und die elektrischen Kennwerte erneut berechnet. So erhält man eine weitere Anpassungsmaßnahme. Je nach vorliegendem Problem und der mit den einzelnen Anpassungsmaßnahmen erzielten Wirkungen kann gegebenenfalls bereits mit  
20 zwei Anpassungsmaßnahmen, die durch Interpolation der Wirkung und dementsprechend veränderte Breite des jeweiligen Abschnitt in ihrer Effektivität noch variiert werden können, eine gewünschte oder geforderte Anpassung erreicht werden. Für anspruchsvolle Anpassungen kann es erforderlich sein,  
25 weitere Anpassungsmaßnahme für andere Abschnitte oder für alle Abschnitte zu berechnen und die gewünschte Anpassung additiv aus den einzelnen Anpassungsmaßnahmen zusammenzusetzen. Für die so erhaltene Struktur können schließlich weitere Anpassungen erforderlich sein, da sich die einzeln berechneten  
30 Anpassungsmaßnahmen gegenseitig beeinflussen können.

Ein erfindungsgemäßes Netzwerk mit der neuartigen Transformationsleitung kann zur Anpassung beliebiger elektrischer Bauelemente verwendet werden. Vorteilhaft wird es für passiv integrierte Netzwerke eingesetzt, die zur weiteren Miniaturisierung elektrischer Bauelemente unbedingt erforderlich ist.  
35 Eine besonders vorteilhafte Verwendung für das erfindungsge-

mäße Netzwerk bei der elektrischen Anpassung von Komponenten von Front-End-Modulen in Endgeräten drahtloser Kommunikation, beispielsweise in Handys. Hier muß die passive Integration zur Erreichung der angestrebten oder bereits erreichten Außenabmessungen unbedingt in das Bauelementsubstrat bzw. das Front-End-Modul-Substrat integriert sein.

Zur Aufnahme weiterer Netzwerkkomponenten und zur Erfüllung seiner Funktion als Bauelementsubstrat ist das Substrat gegenüber den in Figur 2 dargestellten Schichtfolgen um weitere Schichten verstärkt. Die Dicke des Substrats bzw. die Anzahl der dafür erforderlichen Schichten ist von der Anzahl der in dem Substrat zu integrierenden Netzwerkelemente und -komponenten abhängig. In Abhängigkeit von der in der Substratkeramik zu verwirklichenden Komponente ist auch das Material für die entsprechenden Keramiklagen ausgewählt.

Im vorliegenden Fall wird für die Zwischenlage zwischen den beiden Leiterebenen LE1 und LE2 eine elektrisch isolierende Keramik eingesetzt, deren vorzugsweise niedrige Dielektrizitätskonstante die Impedanz der Leitung mitbestimmt. Eine niedrigere Dielektrizitätskonstante der Zwischenlage vermindert auch die Verkopplung zwischen den Leiterebenen. Mit der Erfindung können aber solche Verkopplungen vermindert bzw. vorteilhaft genutzt werden. Auch die keramischen Schichten zwischen einer Leiterebene LE1 und einer mit Masse verbundenen abschirmenden Ebene ME1 werden elektrisch isolierend eingestellt, wobei allerdings auch hier der Wert der entsprechenden Dielektrizitätskonstanten zu beachten ist. Üblicherweise wird für alle keramischen Schichten inklusive der Zwischenlage die gleiche Keramik eingesetzt. Erfindungsgemäß ist es jedoch auch möglich, für die Zwischenlage eine von den übrigen keramischen Schichten unterschiedliche Keramik einzusetzen, um insbesondere die Verkopplung, die erfindungsgemäß wieder gewünscht sein kann, auf einen gewünschten Wert einzustellen.

Die für die einzelnen Komponenten zur Verfügung stehenden Flächen sind in der Regel durch Durchkontaktierungen und andere in der gleichen Ebene vorhandene bzw. realisierte Elemente bestimmt. Mit der Erfindung kann eine besonders gute  
5 Anpassung an eine zur Verfügung stehende, beliebig geformte Fläche verwirklicht werden.

## Patentansprüche

1. Netzwerk zur elektrischen Anpassung eines elektrischen Bauelements,  
5 mit einer in oder auf einem Substrat ausgebildeten Transformationsleitung einer vorgegebenen elektrischen Länge bei der die Transformationsleitung einen gefalteten elektrischen Leiter (LE) umfaßt, wobei geradlinige Abschnitte (A) rechtwinklig miteinander verbunden sind und wobei die Breite  
10 (d) des Leiters in den Abschnitten unterschiedlich ist.
2. Netzwerk nach Anspruch 1,  
bei dem die Breite (d) des Leiters (LE) in den einzelnen Abschnitten (A) so gewählt ist, daß störende Verkopplungen zwischen unterschiedlichen Abschnitten des Leiters kompensiert  
15 sind und eine Impedanzanpassung an die gegebene Umgebung von besser als 25 dB erreicht ist.
3. Netzwerk nach Anspruch 1 oder 2,  
20 bei dem der gefaltete Leiter (LE) in einer ersten Ebene verläuft, die durch zumindest eine keramische Schicht von einer zur ersten Ebene parallelen, mit Masse verbundenen, abschirmenden Ebenen- getrennt ist.
- 25 4. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
bei dem der Leiter (LE) zwei Teile (LE1, LE2) umfaßt, die sich über zwei durch eine keramische Zwischenlage getrennte Ebenen erstrecken, wobei die zwei Teile über eine Durchkontaktierung (DK) miteinander verbunden sind.  
30
5. Netzwerk nach Anspruch 4,  
bei dem die Abschnitte (A) so in den beiden Ebenen geführt sind, daß zueinander parallele Abschnitte (A) nicht übereinander liegen und zumindest eine Mindestlänge gegeneinander  
35 versetzt sind.
6. Netzwerk nach Anspruch 5,

14

bei dem sowohl für die Versetzung zueinander paralleler, in unterschiedlichen Ebenen angeordneter Abschnitte (A), als auch für die Entfernung innerhalb einer Ebene angeordneter benachbarter und zueinander paralleler Abschnitte eine Mindestlänge von 100  $\mu\text{m}$  eingehalten ist.

7. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem alle Abschnitte (A) des Leiters zumindest eine der Mindestlänge entsprechende Breite (d) aufweisen.

10

8. Netzwerk nach einem der Ansprüche 3 bis 7, bei dem die Transformationsleitung als Triplate-Leitung mit zwei abschirmenden, mit Masse verbundenen Ebenen (ME) ausgebildet ist, bei dem die beiden keramischen Schichten, die zwischen einer Leiterebene und den abschirmenden Ebenen angeordnet sind, die gleiche Dicke (dE) aufweisen.

15

9. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Transformationsleitung als  $\lambda/4$  Leitung ausgebildet ist.

20

10. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Transformationsleitung an 50  $\Omega$  angepaßt ist.

11. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Impedanzanpassung an die äußere Umgebung mit Hilfe eines zusätzlichen Elements zur Impedanztransformation gewährleistet ist.

25

12. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem das Substrat eine Mehrlagenkeramik ist und den Träger für ein Bauelement oder ein Modul bildet.

30

13. Netzwerk nach Anspruch 12, bei dem das Bauelement oder das Modul zumindest ein mit akustischen Wellen arbeitendes Bauelement umfaßt.

35



1/2

Fig 1

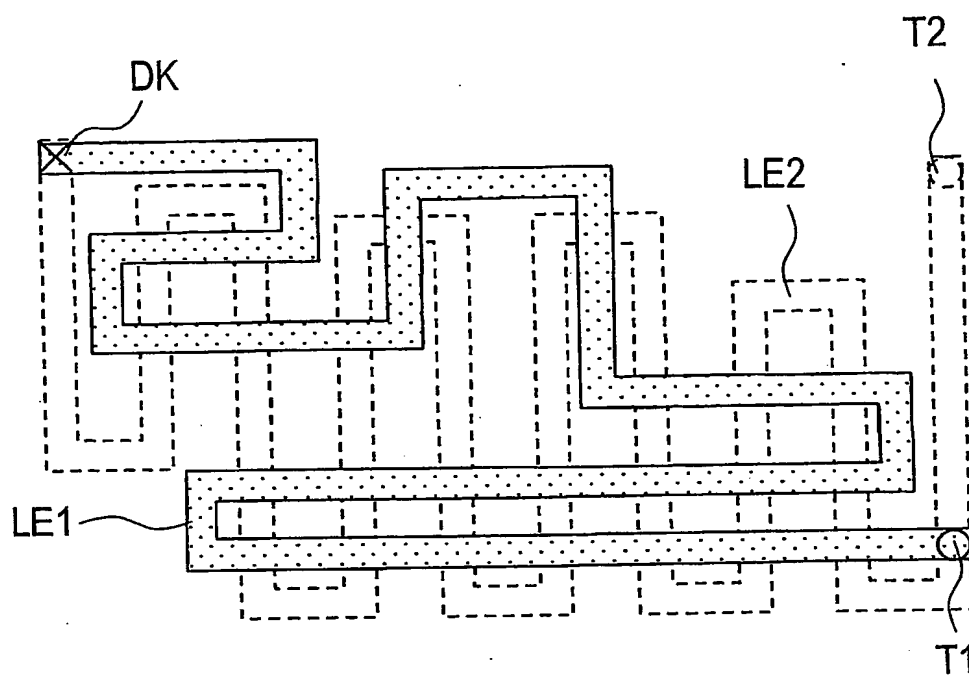
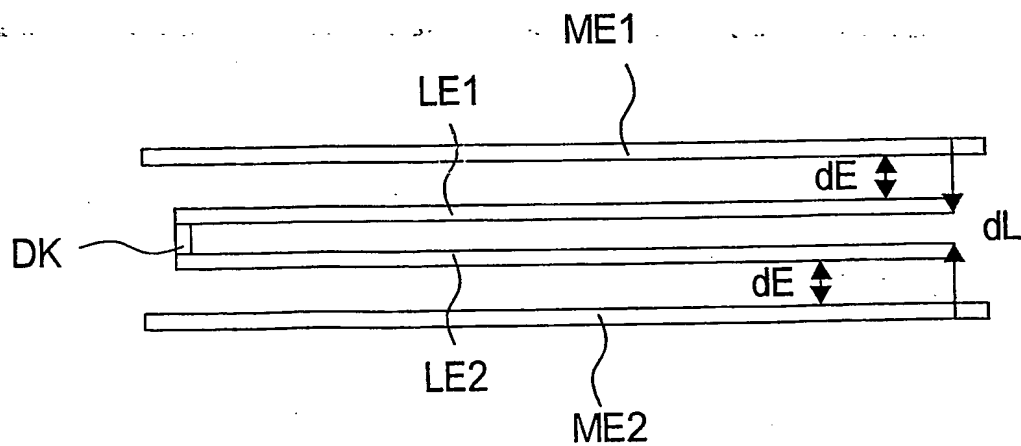


Fig 2



2/2

Fig 3

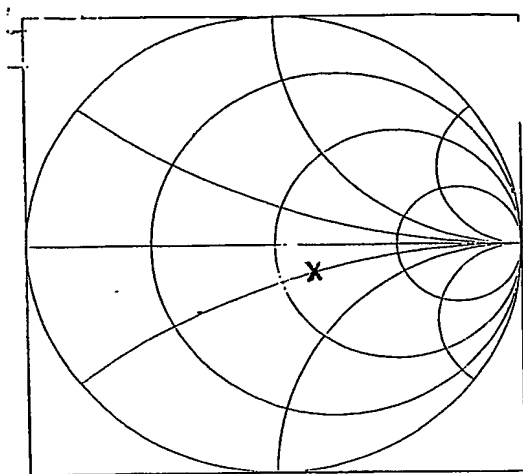
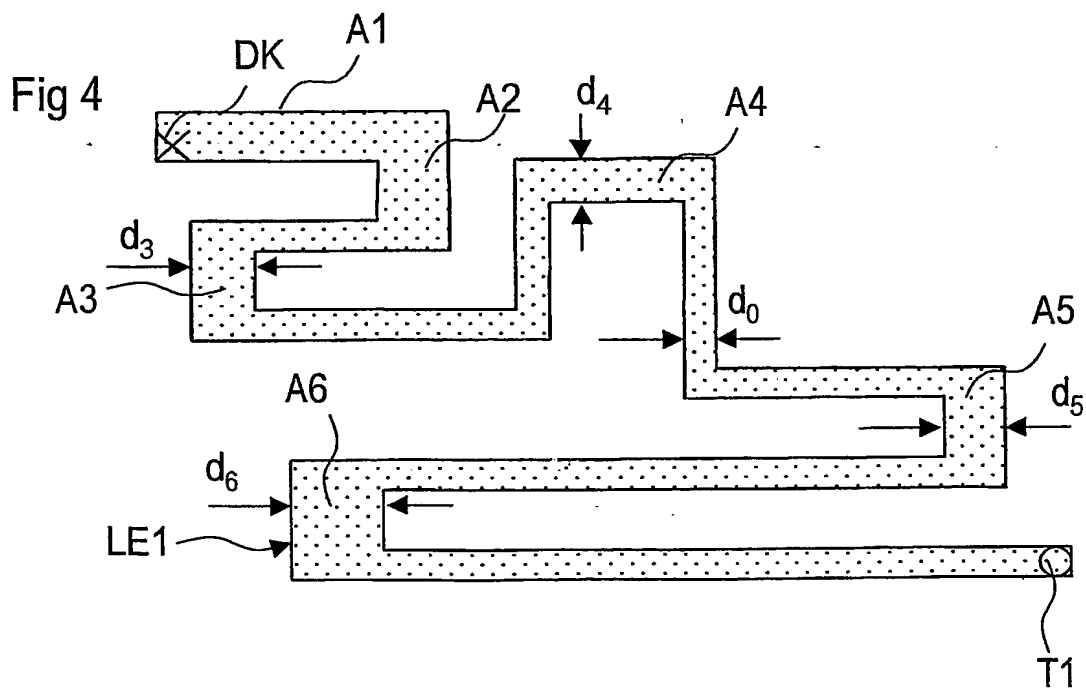
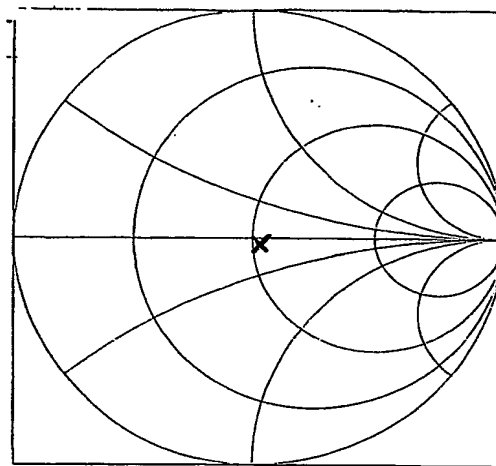


Fig 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/00950

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01P5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 247 (E-208), 2 November 1983 (1983-11-02) & JP 58 136108 A (NIPPON DENKI KK), 13 August 1983 (1983-08-13) abstract	1-3, 7, 9-13
Y	---	4-6, 8
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 164 (E-410), 11 June 1986 (1986-06-11) & JP 61 015402 A (MURATA SEISAKUSHO:KK), 23 January 1986 (1986-01-23) abstract; figures 3,5 --- -/-	1-3, 7, 9-13

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 September 2003

Date of mailing of the international search report

09/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kaleve, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/00950

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 133 806 A (SHEEN JYH-WEN) 17 October 2000 (2000-10-17) column 10, line 46 - line 59; figures 5A,15,16 -----	1-3,7, 9-13
X	EP 0 837 517 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 22 April 1998 (1998-04-22) figure 1 -----	1-3,7-13
Y	US 5 923 230 A (YOSHIDA NORIO ET AL) 13 July 1999 (1999-07-13) column 6, line 30 - line 52; figure 10 -----	4-6
Y	US 3 754 197 A (CRISTAL E) 21 August 1973 (1973-08-21) figure 1A -----	8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/00950

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 58136108	A	13-08-1983	JP 1598967 C JP 2023041 B	28-01-1991 22-05-1990
JP 61015402	A	23-01-1986	NONE	
US 6133806	A	17-10-2000	US 6351192 B1	26-02-2002
EP 0837517	A	22-04-1998	EP 1265312 A2 EP 0837517 A2 JP 10178302 A US 6140891 A	11-12-2002 22-04-1998 30-06-1998 31-10-2000
US 5923230	A	13-07-1999	JP 9260912 A	03-10-1997
US 3754197	A	21-08-1973	NONE	

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 H01P5/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 247 (E-208), 2. November 1983 (1983-11-02) & JP 58 136108 A (NIPPON DENKI KK), 13. August 1983 (1983-08-13) Zusammenfassung	1-3,7, 9-13
Y	----	4-6,8
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 164 (E-410), 11. Juni 1986 (1986-06-11) & JP 61 015402 A (MURATA SEISAKUSHO:KK), 23. Januar 1986 (1986-01-23) Zusammenfassung; Abbildungen 3,5 ----- -/--	1-3,7, 9-13

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. September 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/09/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kaleve, A

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 133 806 A (SHEEN JYH-WEN) 17. Oktober 2000 (2000-10-17) Spalte 10, Zeile 46 - Zeile 59; Abbildungen 5A,15,16 ---	1-3,7, 9-13
X	EP 0 837 517 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 22. April 1998 (1998-04-22) Abbildung 1 ---	1-3,7-13
Y	US 5 923 230 A (YOSHIDA NORIO ET AL) 13. Juli 1999 (1999-07-13) Spalte 6, Zeile 30 - Zeile 52; Abbildung 10 ---	4-6
Y	US 3 754 197 A (CRISTAL E) 21. August 1973 (1973-08-21) Abbildung 1A -----	8

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, :ur selben Patentfamilie gehören

Internatio Aktenzeichen

PCT/DE 03/00950

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 58136108 A	13-08-1983	JP 1598967 C JP 2023041 B	28-01-1991 22-05-1990
JP 61015402 A	23-01-1986	KEINE	
US 6133806 A	17-10-2000	US 6351192 B1	26-02-2002
EP 0837517 A	22-04-1998	EP 1265312 A2 EP 0837517 A2 JP 10178302 A US 6140891 A	11-12-2002 22-04-1998 30-06-1998 31-10-2000
US 5923230 A	13-07-1999	JP 9260912 A	03-10-1997
US 3754197 A	21-08-1973	KEINE	



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**